



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

200 880

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 10 11 78
(21) PV 7335-78

(51) Int. Cl.³ H 03 H 11/08

(40) Zveřejněno 31 01 80

(45) Vydáno 01 01 83

(75)

Autor vynálezu OBERMAJER PETR ing., CSc., BRNO

(54) Řízený gyrátorový induktor

1

Vynález se týká řízeného gyrátorového induktoru.

V některých elektronických obvodech, zahrnujících například frekvenční propusti, popřípadě zádrže, se používají laděné obvody, které často obsahují jednu, popřípadě více paralelních nebo sériových kombinací induktoru, tvořeného zpravidla cívkou, a kapacitoru. Rozměry induktoru mohou vzhledem k požadavkům na kvalitu laděného obvodu dosahovat značných hodnot. Při konstrukci elektronických obvodů na bázi integrovaných obvodů činí rozměrnost klasických induktorů značné potíže, přičemž tyto induktory nelze ve většině případů úspěšně aplikovat přímo do integrovaných obvodů.

K odstranění těchto nevýhod byla vyvinuta řada elektronických obvodů - syntetických induktorů, které se chovají obdobně jako klasické induktory, avšak neobsahují cívky. Tyto syntetické induktory obsahují jeden nebo více gyrátorů, které jsou na svých výstupech nebo i na vstupech zatíženy kapacitorem nebo kombinacemi kapacitorů a rezistorů. Dalším častým typem řízených syntetických induktorů jsou induktory vytvořené na bázi ideálních zesilovačů napětí se zpětnovazební větví RC.

Nevýhodou jednodušších typů těchto induktorů - jako je například Prescottův induktor a jiné - je, že vykazují kmitočtové závislé parametry ekvivalentní indukčnosti L a ztrátového odporu R , které nelze vzájemně na sobě nezávisle řídit.

U složitějších typů lze dosáhnout kmitočtové nezávislosti parametrů a nezávislého nastavení R pouze spojením syntetického induktoru s doplňkovým obvodem tvořícím selektivní obvod - například kmitavým okruhem, kmitočtovým filtrem a podobně. Ekvivalentní indukčnost L lze u těchto typů řídit pouze parametrem kapacitoru C ve zpětnovazební větvi, přičemž však dochází k současnému ovlivňování velikosti ztrátového odporu R . Při jiném způsobu řízení velikosti ekvivalentní indukčnosti se stávají parametry L i R induktoru kmitočtově závislými.

Tyto nevýhody do značné míry odstraňuje řízený gyrátorový induktor podle vynálezu, jehož podstatou je, že výstup gyrátoru je připojen na vstup řízeného zdroje elektrického signálu, přičemž řízený zdroj elektrického signálu tvoří s řízeným zdrojem přímé větve gyrátoru a rezistorem impedanční konvertor zatížený rezistorem.

Další podstatou řízeného gyrátorového induktoru podle vynálezu je, že řízený zdroj elektrického signálu je zdroj napětí řízený proudem, přičemž první výstupní svorka gyrátoru, obsahující dvojici napětím řízených zdrojů proudu, je přes kapacitor připojen na první vstupní svorku řízeného zdroje, druhá výstupní svorka gyrátoru je připojena ke druhé vstupní svorce řízeného zdroje, když první výstupní svorka řízeného zdroje je přes rezistor připojena na první vstupní svorku gyrátoru a druhá výstupní svorka řízeného zdroje je připojena na druhou vstupní svorku gyrátoru, přičemž vstupní svorky gyrátoru jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

Podstatou řízeného gyrátorového induktoru podle vynálezu také je, že řízený zdroj elektrického signálu je zdroj proudu řízený napětím a mezi první a druhou výstupní svorkou gyrátoru, obsahující dvojici proudem řízených zdrojů napětí, je připojen kapacitor, přičemž první výstupní svorka gyrátoru je připojena k první vstupní svorce řízeného zdroje, druhá výstupní svorka gyrátoru je připojena k druhé vstupní svorce řízeného zdroje, když mezi první a druhou výstupní svorku řízeného zdroje je připojen rezistor, druhá výstupní svorka řízeného zdroje je připojena k druhé vstupní svorce gyrátoru a první výstupní svorka řízeného zdroje a první vstupní svorka gyrátoru jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

Zapojení a činnost řízeného gyrátorového induktoru podle vynálezu objasňují výkresy, kde představuje obr. 1 jeho principiální blokové schéma, obr. 2 jeho provedení s gyrátorem obsahujícím dvojici zdrojů proudu řízených napětím, obr. 3 náhradní schéma induktoru z obr. 2, obr. 4 provedení gyrátorového induktoru podle vynálezu s gyrátorem obsahujícím dvojici zdrojů napětí řízených proudem a obr. 5 náhradní schéma induktoru z obr. 4.

Řízený gyrátorový induktor - obr. 1 - zahrnuje gyrátor 1, který je opatřen vstupem a výstupem a je známým způsobem zatížen kapacitorem 2. Gyrátor 1 obsahuje známým způsobem zapojenou dvojici zdrojů 3 proudu, řízených napětím - obr. 2 - nebo dvojici zdrojů 4 napětí, řízených proudem. Jeden ze zdrojů 3, 4 je zapojen v přímé větvi 5 gyrátoru 1. Induktor dále zahrnuje řízený zdroj 6 elektrického signálu a rezistor 7. Výstup gyráto-

ru 1, který je zatížen kapacitorem 2, je připojen na vstup řízeného zdroje 6 elektrického signálu, přičemž řízený zdroj 6 tvoří s řízeným zdrojem 3, 4 přímé větve 5 gyrátoru 1 a rezistorem 7 impedanční konvertor, zatížený rezistorem 7.

Gyrátor 1 může obsahovat dvojici napětím řízených zdrojů 3 proudu - obr. 2 -, v kterémžto případě je pak řízený zdroj 6 elektrického signálu tvořen zdrojem napětí řízeným proudem. První výstupní svorka 8 gyrátoru 1 je přes kapacitor 2 připojena na první vstupní svorku 9 řízeného zdroje 6, druhá výstupní svorka 10 gyrátoru 1 je připojena k druhé vstupní svorce 11 řízeného zdroje 6, když první výstupní svorka 12 řízeného zdroje 6 je přes rezistor 7 připojena na první vstupní svorku 13 gyrátoru 1 a druhá výstupní svorka 14 řízeného zdroje 6 je připojena na druhou vstupní svorku 15 gyrátoru 1. Vstupní svorky 13 a 15 gyrátoru 1 jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

Náhradní schéma tohoto provedení induktoru je znázorněno na obr. 3 a zahrnuje paralelní kombinaci ekvivalentní indukčnosti 16 a ztrátového odporu 17, připojenou ke svorkám 13 a 15.

Obr. 4 znázorňuje druhé provedení řízeného induktoru podle vynálezu, které je duálním obvodem k obvodu znázorněnému na obr. 2. V tomto případě je řízený zdroj 6 elektrického signálu tvořen zdrojem proudu řízeným napětím, přičemž gyrátor 1 obsahuje dvojici proudem řízených zdrojů 4 napětí, z nichž jeden je jako v přecházejícím případě zapojen v přímé větvi 5 gyrátoru 1. Mezi první a druhou výstupní svorkou 8, 10 gyrátoru 1 je připojen kapacitor 2 a první výstupní svorka 8 gyrátoru 1 je připojena k první vstupní svorce 9 řízeného zdroje 6. Druhá výstupní svorka 10 gyrátoru 1 je připojena k druhé vstupní svorce 11 řízeného zdroje 6 a mezi první výstupní svorkou 12 a druhou výstupní svorkou 14 řízeného zdroje 6 je připojen rezistor 7. Druhá výstupní svorka 14 řízeného zdroje 6 je připojena k druhé vstupní svorce 15 gyrátoru 1 a první výstupní svorka 12 řízeného zdroje 6 a první vstupní svorka 13 gyrátoru 1 jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

Náhradní schéma tohoto provedení induktoru je znázorněno na obr. 5 a zahrnuje sériovou kombinaci ekvivalentní indukčnosti 16 a ztrátového odporu 17, připojenou ke svorkám 12 a 13.

Kaskádní spojení řízených zdrojů 3, 6 - obr. 2 - tvoří zdroj napětí řízený napětím s reálnou přenosovou veličinou $K_u = -rg_1$, kde r značí reálnou přenosovou veličinu řízeného zdroje 6 a g_1 reálnou přenosovou veličinu řízeného zdroje 3, přímé větve gyrátoru 1, představující v daném uspořádání napěťový impedanční konvertor se zátěží G a řízený napětím mezi svorkami 13 a 15, kde G značí parametr vodivosti rezistoru 7.

Pro vstupní admitanci popsaného impedančního konvertoru, znázorněného na obr. 2, platí obecný vztah

$$Y_{vst} = G(1 + rg_1) - \frac{1}{j\omega \frac{C}{g_1 g_2}} \quad /1/$$

kde Y_{vst} značí vstupní admitanci mezi svorkami 13, 15, G vodivost rezistoru 7, r reálnou přenosovou veličinu řízeného zdroje 6, C kapacitu kapacitoru 2 a g_1 , g_2 reálné přenosové veličiny řízených zdrojů 3 gyrátoru 1.

Z tohoto vztahu je zřejmé, že každou z obou složek vstupní admitance Y_{vst} lze samostatně řídit, a to:

- $\text{Re}(Y_{vst})$ změnou přenosové veličiny z řízeného zdroje 6 nebo změnou parametru G rezistoru 7,
- $\text{Im}(Y_{vst})$ změnou přenosové veličiny g_2 řízeného zdroje 4 gyrátoru 1, popřípadě změnou parametru kapacitoru 2.

Jsou-li splněny předpoklady

- $g_1 < 0$; $g_2 > 0$; $r > 0$ nebo
- $g_1 > 0$; $g_2 < 0$; $r < 0$,

pracuje provedení řízeného induktoru zobrazeného na obr. 2 jako napětím řízený gyrátor a pozitivní nebo negativní napěťový impedanční konvertor.

S přihlédnutím k oběma uvedeným předpokladům lze vztah (1) pro vstupní admitanci upravit do souhrnného tvaru

$$Y_{vst} = G(1 - |rg_1|) + \frac{1}{j\omega \frac{C}{|g_1 g_2|}} = G_p + \frac{1}{j\omega L_p} \quad /2/$$

kde $G_p = f_G(r)$ a $L_p = f_{Lp}(g_2)$ pro $g_1 = \text{konst.}$, přičemž G_p značí vodivost ztrátového odporu 17 a L_p parametr ekvivalentní indukčnosti 16 - viz obr. 3.

Z posledního vztahu /2/ je zřejmé, že zmíněný obvod znázorněný na obr. 2 pracuje při $g_2 \neq 0$ a

- $rg_1 < 1$ jako pozitivní impedanční konvertor / - / gyrátor, a při
- $rg_1 > 1$ jako negativní impedanční konvertor / - / gyrátor.

Pro $g_1 = \text{konst.}$, lze velikost i znaménko reálné složky Y_{vst} - a tedy i velikost a znaménko transformačního činitele impedančního konvertoru - řídit změnou přenosové veličiny r řízeného zdroje 6 elektrického signálu, v tomto případě tvořeného zdrojem napětí řízeným proudem. V případě $rg_1 \ll 1$ je výhodné řídit reálnou složku Y_{vst} změnou parametru G rezistoru 7. Při tomto způsobu řízení G_p , tj. parametru

ztrátový odpor 17 - obr. 3 -, nedochází k ovlivňování imaginární složky $\bar{Y}_{vst}$, to jest parametr L_p ekvivalentní indukčnosti 16

$$L_p = \frac{C}{|g_1 g_2|}$$

zůstává konstantní. Imaginární složku $\bar{Y}_{vst}$, a tedy i parametr L_p ekvivalentní gyrátorové indukčnosti 16 nezávisle na G_p řídit změnou přenosové veličiny g_2 řízeného zdroje 2 proudu, řízeného napětím gyrátoru 1, přičemž oba parametry G_p i L_p řízeného gyrátorového induktoru jsou v ideálním případě kmitočtově nezávislé.

Obdobně pracuje i duální obvod, to jest druhé provedení řízeného induktoru podle vynálezu, jehož základní uspořádání je znázorněno na obr. 4.

Pro vstupní impedanci tohoto impedančního invertoru / - / konvertoru platí obecný vztah

$$\bar{Z}_{vst} = R(1 - gr_1) - j\omega C r_1 r_2, \quad /3/$$

kde $\bar{Z}_{vst}$ značí impedanci mezi svorkami 12 a 13 - obr. 4 -,

R parametr rezistoru 7, g reálnou přenosovou veličinu řízeného zdroje 6, C kapacitu kapacitoru 2 a r_1 a r_2 reálné přenosové veličiny zdrojů 4 napětí řízených proudem gyrátoru 1.

Jsou-li splněny předpoklady:

- a) $r_1 > 0$, $r_2 < 0$, $g > 0$ nebo
- b) $r_1 < 0$, $r_2 > 0$, $g < 0$,

pracuje obvod z obr. 4 současně jako proudem řízený gyrátor a pozitivní nebo negativní proudový impedanční konvertor.

S přihlédnutím k oběma uvedeným předpokladům lze vztah /3/ pro vstupní impedanci $\bar{Z}_{vst}$ syntetického induktoru upravit do souhrnného tvaru

$$\bar{Z}_{vst} = R(1 - gr_1) + j\omega C |r_1 r_2| = R_s + j\omega L_s, \quad /4/$$

kde $R_s = f_R(g)$ a $L_s = f_{LS}(r_2)$ pro $r_1 = \text{konst.}$, přičemž R_s značí parametr ztrátového odporu 17 a L_s parametr ekvivalentní indukčnosti 16 - obr. 5.

Z posledního vztahu /4/ je zřejmé, že zmíněný obvod pracuje při $r_2 \neq 0$ a

- a) $gr_1 < 1$ jako pozitivní impedanční konvertor /-/ gyrátor, a při
- b) $gr_1 > 1$ jako negativní impedanční konvertor /-/ gyrátor.

Pro $r_1 = \text{konst.}$ lze velikost i znaménko reálné složky $\bar{Z}_{vst}$ řídit změnou přeno-

sové veličiny g řízeného zdroje 6 elektrického signálu, v tomto případě tvořeného zdrojem proudu řízeným napětím. V případě $g r_1 \ll 1$ je výhodné řídit reálnou složku $\bar{Z}_{vst}$ změnou parametru R rezistoru 7. Při tomto způsobu řízení R_s , to jest parametru ztrátového odporu 17 - obr. 5 - nedochází k ovlivňování imaginární složky $\bar{Z}_{vst}$, to jest parametr L_s ekvivalentní gyrátorové indukčnosti 16.

$$L_s = C / r_1 r_2$$

zůstává konstantní. Imaginární složku, a tedy i gyrátorovou indukčnost L_s lze nezávisle na R_s řídit změnou přenosové veličiny r_2 zdroje 4 napětí řízeného proudem gyrátoru 1, přičemž oba parametry induktoru R_s i L_s jsou v ideálním případě kmitočtově nezávislé.

Je zřejmé, že téměř ideálně nezávislého řízení G_p a L_p , popřípadě R_s a L_s u obou popsaných provedení řízeného induktoru podle vynálezu lze v praxi dosáhnout za podmínek, kdy vlastnosti jednotlivých řízených zdrojů 3, 4, 6 lze považovat za téměř ideální.

Výhodné vlastnosti řízeného gyrátorového induktoru podle vynálezu naznačují možnost jeho širokého uplatnění v selektivních soustavách s gyrátory, u nichž je požadována možnost snadného nastavení stanovených parametrů.

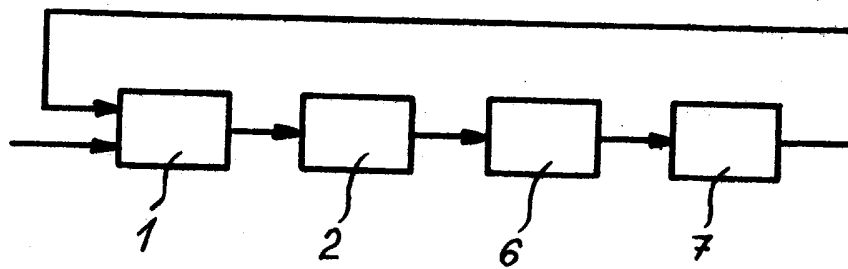
P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Řízený gyrátorový induktor, zahrnující gyrátor na výstupu zatížený kapacitou, opatřený vstupem, skládajícím se z první a druhé vstupní svorky, a výstupem, skládajícím se z první a druhé výstupní svorky, a obsahující známým způsobem zapojenou dvojici zdrojů proudu řízených napětím nebo dvojici zdrojů napětí řízených proudem, když jeden ze zdrojů je zapojen v přímé větvi gyrátoru, a řízený zdroj elektrického signálu, opatřený vstupem, skládajícím se z první a druhé vstupní svorky a výstupem, skládajícím se z první a druhé výstupní svorky, a rezistor, vyznačený tím, že výstup gyrátoru (1) je připojen na vstup řízeného zdroje (6) elektrického signálu, přičemž řízený zdroj (6) elektrického signálu tvoří z řízeným zdrojem (3,4) přímé větve (5) gyrátoru (1) a rezistoru (7) impedanční konvertor, zatížený rezistorem (7).
2. Řízený gyrátorový induktor podle bodu 1, vyznačený tím, že řízený zdroj (6) elektrického signálu je zdroj napětí řízený proudem, přičemž první výstupní svorka (8) gyrátoru (1), obsahující dvojici napětím řízených zdrojů (3) proudu, je přes kapacitor (2) připojena na první vstupní svorku (9) řízeného zdroje (6), druhá výstupní svorka (10) gyrátoru (1) je připojena k druhé vstupní svorce (11) řízeného zdroje (6), když první výstupní svorka (12) řízeného zdroje (6) je přes rezistor (7) připojena na první vstupní svorku (13) gyrátoru (1) a druhá výstupní svorka (14) řízeného zdroje (6) je připojena na druhou vstupní svorku (15) gyrátoru (1),

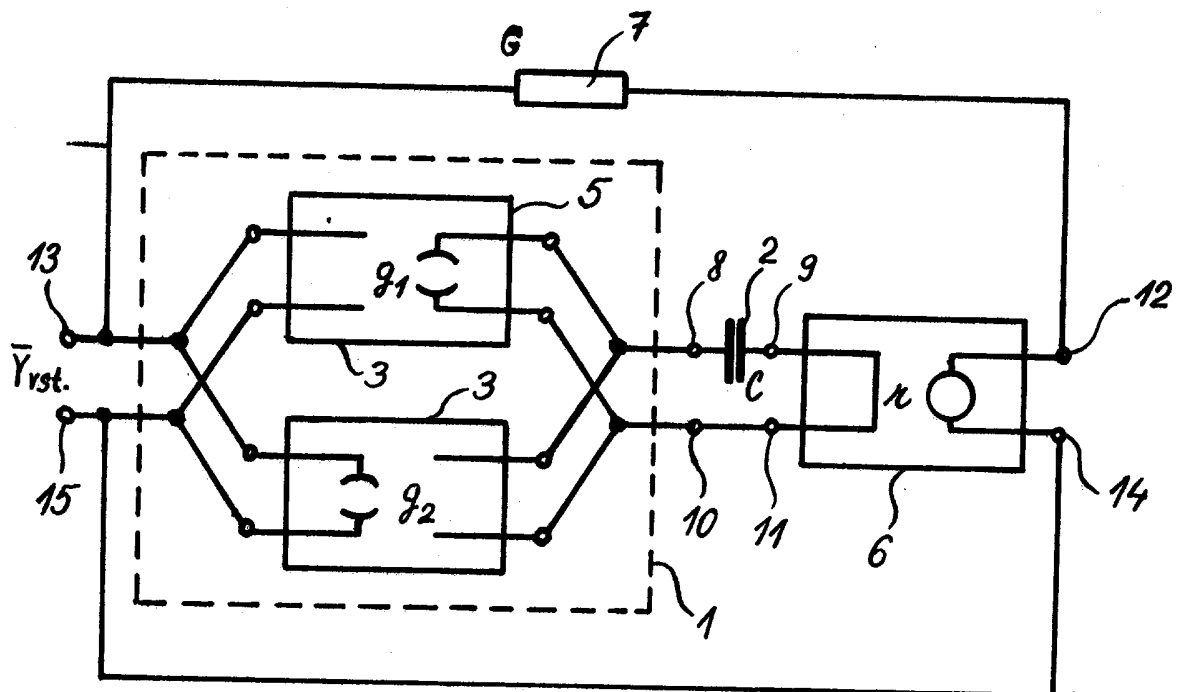
příčemž vstupní svorky (13, 15) gyrátoru (1) jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

3. Řízený gyrátorový induktor podle bodu 1, vyznačený tím, že řízený zdroj (6) elektrického signálu je zdroj proudu řízený napětím a mezi první a druhou výstupní svorkou (8, 10) gyrátoru (1) obsahující dvojici proudem řízených zdrojů (4) napětí je připojen kapacitor (2), přičemž první výstupní svorka (8) gyrátoru (1) je připojena k první vstupní svorce (9) řízeného zdroje (6), druhá výstupní svorka (10) gyrátoru (1) je připojena k druhé vstupní svorce (11) řízeného zdroje (6), když mezi první a druhou výstupní svorku (12, 14) řízeného zdroje (6) je připojen rezistor (7), druhá výstupní svorka (14) řízeného zdroje (6) je připojena k druhé vstupní svorce (15) gyrátoru (1) a první výstupní svorka (12) řízeného zdroje (6) a první vstupní svorka gyrátoru (13) jsou vstupními svorkami řízeného gyrátorového induktoru.

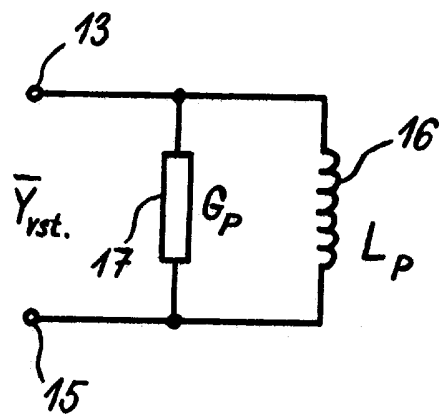
5 výkresů



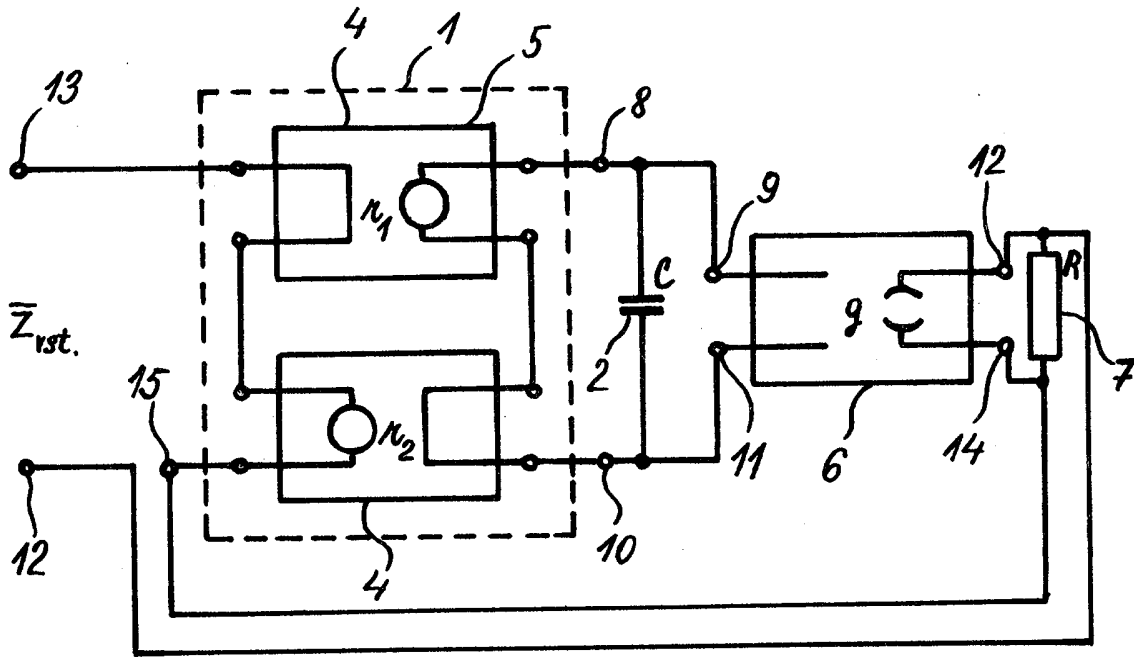
Obr. 1



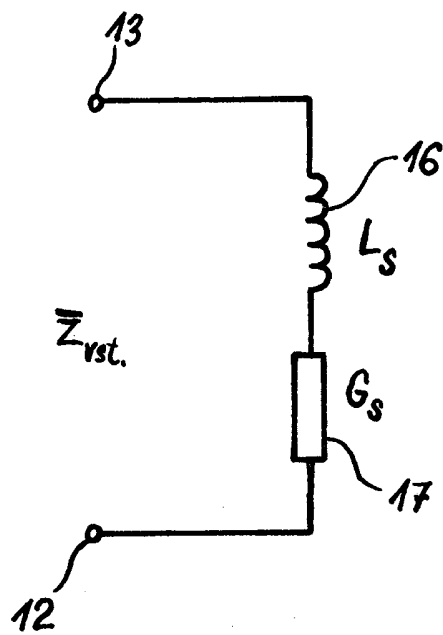
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5